Aus der Klinik für Mund- und Zahnkrankheiten der Universität Rostock
(Direktor: Prof. Dr. med. et phil. et med. dent. h. c. H. Moral.)

Ueber Leistungsfähigkeit von Zahnbohrern.

Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von

Erich Korff
approb. Zahnarzt aus Brunow i. M.

Rostock
Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei
1930

Referent:

Prof. Dr. med. et phil. et med. dent. h. c. H. Moral.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben Vater.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552721_0028

Wenn man die zahnärztliche Literatur durchsieht, so muß man sich wundern, daß so wenig darin über Bohrer zu finden ist. Ist doch der Bohrer ein so wichtiges und unentbehrliches Instrument in der Hand des Zahnarztes, und die konservierende Zahnheilkunde bildet doch fraglos die Hauptarbeit jedes Praktikers. Ohne die Erfindung des Zahnbohrers und seine Einführung in die Zahnheilkunde wäre diese gar nicht denkbar.

Wir wissen, daß man bereits im Altertum das Ausbohren der Zähne mit Trepanbohrern besorgte, aber erst im 15. Jahrhundert wird es von Arculanus wieder erwähnt. Im 19. Jahrhundert bediente man sich des Handbohrers; später ging man zu Schraubenvorrichtungen, Drehbögen und Räderwerken über. Auch Uhrfedern fanden Verwendung. Bereits von Fauchard (1690—1762) ist uns eine Abbildung erhalten, auf der eine Bohrmaschine, die durch einen Fiedelbogen betrieben wurde, dargestellt ist; diese wurde später durch den älteren Linderer verbessert. 1866 wird die erste pneumatische Bohrmaschine, 1868 die erste Fußtrittbohrmaschine erwähnt, deren Erfindung wir den Amerikanern Morrison und Elliot verdanken. Die Tretbohrmaschine wurde besonders wertvoll durch die Einführung der biegsamen Schlauchspirale durch White. Zum Antrieb der Bohrmaschinen verwandte man später Gas, Heißluft, Wassermotoren und schließlich Elektrizität, und so ist heute die elektrische Bohrmaschine ein wertvolles

Instrument und eine Selbstverständlichkeit in jedem zahnärztlichen Behandlungszimmer.

Während man früher zur Bearbeitung kariöser Höhlen an den Zähnen Meißel, Excavatoren und Feilen benutzte, ist also die Verwendbarkeit des Zahnbohrers seit langer Zeit bekannt, wenn diese Bohrer auch noch recht unvollkommene Instrumente waren, die als Zahnbohrer im heutigen Sinne nicht anzusprechen sind. Obgleich man sich in der Technik schon seit langem der Fräsen und rotierenden Instrumente bediente, fanden sie in der Zahnheilkunde keine Verwendung, sondern man benutzte die oben erwähnten Handwerkzeuge. Der erste wirkliche Bohrer wurde in Amerika von der Firma S. S. White hergestellt, der mit langem Griff versehen, mit der Hand gedreht wurde und daher noch viel zu langsam arbeitete. Bereits Cornelius v. Solingen (1686) empfahl zum Feilen kariöser Zähne „Kugeln, welche die Instrumentenmacher schon zu damaliger Zeit zum Ausdrehen von Höhlungen in Metallen verwandten" [1]). Zum ersten Male hören wir hier die Anwendung von Fräsen, wie wir sie heute noch durch die Bohrmaschine betrieben verwenden. Die Bohrer wurden durch Handarbeit hergestellt und hatten oft — je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters — den Nachteil ungenauer Anfertigung. Erst 1872 ging man dazu über, Zahnbohrer fabrikmäßig herzustellen, die dann immer mehr vervollkommnet wurden und heute ein Präzisionswerkzeug darstellen, um deren Herstellung sich namentlich die deutschen Bohrerfabriken nicht zu unterschätzende Verdienste erworben haben.

Wie in der Technik und der Industrie, so muß man

1) Walkhoff, Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, S. 11

auch in der Zahnheilkunde zwischen Bohrern und Fräsen unterscheiden. „Nach unserer heutigen Auffassung versteht man unter Bohren ein rotierendes Schneiden mit Spanabheben unter gleichzeitigem Durchdringen des Werkstoffes in der Richtung der Bohrerachse [2])." Während der Bohrer nur einen einzigen Keil in der Längsachse des Schaftes darstellt und seine Schneide in der Richtung der Längsachse steht, finden sich bei den Fräsen eine größere Anzahl von Schneiden in radialer Anordnung. Diese Schneiden wirken also fast nur in tangentialer Richtung. Die Instrumente, die man heute in der Zahnheilkunde schlechthin als Bohrer bezeichnet, sind also eigentlich gar keine Bohrer, sondern Fräsen. Denn alle Arten von Zahnbohrern, Rosen-, Rad-, Fissurenbohrer usw., arbeiten in der Hand jedes Praktikers in einem mehr oder weniger großen Winkel zur Längsachse des Bohrerschaftes. Es ist dies auch im Interesse des Patienten durchaus erforderlich, da durch die Benutzung der Stirnseite der Fräsen vermehrte Reibung entsteht und somit den Patienten unnötige Schmerzen verursacht werden. Freilich gibt es auch Bohrer in der Zahnheilkunde, die jedoch relativ wenig Verwendung finden und mit den durchweg im Gebrauch befindlichen Fräsen wenig Ähnlichkeit haben. Nach Walkhoff unterscheiden wir zwei Grundformen des Bohrers, nämlich solche, die nur eine gerade Schneide besitzen, die sog. dachförmigen Bohrer und „solche, bei denen die Schneide aus zwei nach vorn spitz zulaufenden Hälften besteht". Diese haben also zwei „Zuschärfungswinkel" und arbeiten daher noch schneller, verlieren andererseits

2) Dr. Trautvetter, Zeitschrift für Feinmechanik und Präzision. Jahrg. 1925, Heft 18.

aber auch leichter ihre Schärfe. Sie sind unter der Bezeichnung Spitzbohrer bekannt. Erwähnt seien noch die Beutelrockbohrer, die zur Erweiterung des Nervkanals dienen und mit der Hand gedreht werden. Diese zerfallen in die spiralförmigen und die gedrehten Formen. Auch die Kernnadel stellt einen Bohrer dar. Diesen Bohrern gegenüber stehen die bereits oben erwähnten Fräsen, von denen ich die gebräuchlichsten Typen anführen möchte: Die Kugel- oder Rosenform, die Radform, die verkehrte Kegelform und die Birnenform. Eine Gruppe für sich bilden die Fissurenfräsen, die wiederum in verschiedenen Ausführungen in den Handel kommen, nämlich als cylindrisch flache, umgekehrt konische mit Spitze und als cylindrische mit Querhieb. Während die bisher angeführten Fräsenformen dazu benutzt werden, die Höhlen zu eröffnen, die Caries zu entfernen und der Höhle die Form zu geben, dient die dritte große Gruppe der Fräsen, die Finierer, zur letzten Ausarbeitung der Höhlenränder und zum Beseitigen von überflüssigem Füllungsmaterial.

Aus all diesen Ausführungen ist ersichtlich, daß also manches über Geschichte, Entwicklung, Herstellungsart und Verschiedenartigkeit der zahnärztlichen Bohr- und Fräsinstrumente, der Instrumente also, die mit Hilfe der Bohrmaschine in rotierende Bewegung gesetzt in der konservierenden Zahnheilkunde Verwendung finden, bekannt ist. Und doch trifft es zu, wenn im Anfang dieser Arbeit gesagt wurde, daß in der zahnärztlichen Literatur „so wenig über Bohrer zu finden" ist, nämlich, daß so wenig über praktisch-wissenschaftliche und theoretisch errechnete Versuche mit zahnärztlichen Bohr- bzw. Fräsinstrumenten geschrieben

wurde, Versuche, die sich mit der Leistungsfähigkeit, der Abnutzung und der maximalen Brauchbarkeitsdauer dieser Werkzeuge beschäftigen. Wenn auch die geübte Hand eines erfahrenen Praktikers wohl bald feststellen kann, ob ein Bohrer noch scharf oder schon stumpf ist, so dürfte es doch von fachwissenschaftlichem Interesse sein, auf Grund praktischer Versuche theoretische Erwägungen anzustellen, wie lange ein Bohrer die erforderliche Leistungsfähigkeit behält und in welchen Zeitabschnitten seine Abnutzung vor sich geht.

So haben mich denn die von Hoop hierüber angestellten Versuche und die sich daraus ergebenden Resultate zu dieser Arbeit angeregt und mich veranlaßt, seine Gedankengänge weiter zu verfolgen und die von ihm beschriebenen Versuche weiter auszubauen.

Hoop, der als erster Betrachtungen hierüber angestellt hat, verwandte für seine Versuche zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Zahnbohrern nur schwarzen vulkanisierten Kautschuk, „weil er von gleicher Qualität ist und eine nicht zu große Härte besitzt, um gute Messungen feststellen zu können". An einer anderen Stelle heißt es: „Man sollte ein Instrument grundsätzlich nur dazu gebrauchen, wozu es konstruiert ist." Die gewerbliche Technik, nach deren Muster und dank deren Erfahrungen sicher eine große Anzahl zahnärztlicher Instrumente hergestellt wird, hat für die Bearbeitung verschiedenartigen Materials auch Werkzeuge verschiedenartiger Konstruktion, wenn auch oft gleicher Form. So hat man hier für die Bearbeitung von Holz, Metall oder Stein verschiedene Sägen, Feilen, Meißel und auch Bohrer; ja sogar bei der Verarbeitung der verschiedenen Metallarten bedient man sich eigens dazu konstruierter

Bohrer. Als z. B. während des Weltkrieges das Schwer-Metall durch den großen Bedarf für Heereslieferungen und militärische Ausrüstungsgegenstände knapp wurde, und man zwecks Herstellung von Haushaltungsgegenständen, Münzen und dergl. mehr seine Zuflucht zu Leichtmetallen wie z. B. Aluminium nehmen mußte, ergab sich, daß die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Aluminium und die Vorteile des geringen spezifischen Gewichts sich nicht auswirken konnten, weil die Bearbeitung mit spanabhebenden Werkzeugen der gebräuchlichen Bauart keine befriedigenden Resultate ergaben, und daß die handelsüblichen Spiralbohrer mit den spitzen Winkeln beim Bohren von Leichtmetallen nicht geeignet für die Aluminium verarbeitende Industrie waren. Die auf Grund dieser Erkenntnis angestellten Versuche der Firma Stock & Co., Berlin-Marienfelde, zeigten, daß zum Bohren von Aluminium und Werkstoffen ähnlicher Art die marktgängigen Spiralbohrer deshalb ungeeignet seien, weil zum wirtschaftlichen Arbeiten Bohrer verwendet werden müßten, deren Spitzen- und Schnittwinkel, Spiralsteigung und Nutenform nach den Eigenschaften der Metalle von den normalen Bohrern abwichen. Die Erfahrungstatsache führte zur Konstruktion des sog. „Al-Cu"-Bohrers (patentamtlich geschützt), der ohne Verwendung besonderer Bohrflüssigkeit erheblich größere Vorschübe und Geschwindigkeiten ermöglichte und der die Normalbohrer an Leistungsfähigkeit weit übertraf.

Analog den technischen Erfahrungen hat man auch in der Zahnheilkunde Kautschuk-Fräsen und Fräsen zum Bohren an Zahnsubstanzen geschaffen. Zahnbohrer sind natürlich, wie ja auch schon der Name sagt,

nur für die Bearbeitung der Zähne konstruiert. Man sollte sie daher nicht zum Fräsen an anderem Material, das in der Zahnheilkunde Verwendung findet, wie Amalgam, Zement und dergl., benutzen, obwohl man oft geneigt ist, sich für diese Arbeit der Zahnbohrer zu bedienen; aber das ist ein Mißbrauch dieser Präzisionswerkzeuge.

Um daher festzustellen, wie sich die Zahnbohrer in ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer damit einhergehenden Abnutzung den genannten Materialien gegenüber verhalten, habe ich dahingehende Versuche unternommen. Als Vergleichsmaterial habe ich Elfenbein benutzt, das ja als tierisches Zahnbein dem menschlichen Dentin in seinem histologischen Aufbau sehr nahe kommt. Die Versuche wurden durchgeführt mit folgender Einrichtung, die Hoop nach seinen eigenen Angaben hat herstellen lassen und die er mir freundlicherweise überlassen hat. Ein vierrädriger Wagen von 16 cm Länge und 7 cm Breite, dessen Räder ausgefräst sind, läuft auf der einen Seite auf einem dünnen Stahldraht, auf der anderen Seite auf einem Stahlband, damit die Reibung möglichst gering ist. In der Mitte der durchgehenden Achsen liegt ein Messingrohr von 1,7 cm Lichtweite für die Aufnahme des zu bearbeitenden Materials. Das Messingrohr ist unten offen. Der Wagen wird bewegt durch eine beschwerte Wagschale, mit der er durch eine über eine Rolle laufende Seidenschnur verbunden ist. Die ganze Einrichtung ist auf einem kleinen Tisch angebracht, durch dessen Platte das Handstück von unten her verstellbar eingefügt ist. Oben auf dem Messingrohr befinden sich in Abständen drei Schrauben zur Befestigung des zu bearbeitenden Materials.

Als Antriebskraft für den Bohrer habe ich einen Elektromotor genommen; außerdem benötige ich für meine Versuche einen Widerstand, der zwischen dem zuleitenden elektrischen Strom und dem Motor eingeschaltet wird. Mit Hilfe dieses verstellbaren Widerstandes und eines Tourenzählers ist man in der Lage, die Tourenanzahl des Motors so zu regulieren, daß man immer mit einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit des Bohrers arbeiten kann. Die vorliegenden Versuche wurden ausgeführt mit einer Tourenzahl von 1200 Umdrehungen pro Minute und einer jedesmaligen Fräszeit von 20 Sekunden, die man mittels einer Stoppuhr genau feststellen konnte. Die Wagschale, die durch eine Seidenschnur mit dem Wagen zwecks Fortbewegung verbunden ist, wurde mit 500 g belastet.

Als erstes Versuchsmaterial habe ich Elfenbein benutzt, und zwar habe ich mir runde Stangen von 1,6 cm Durchmesser und 4 cm Länge abdrehen lassen. Die Elfenbeinstange wurde zunächst gewogen, darauf in das Messingrohr eingeschraubt. Hierin wurde gefräst, und zwar wie oben beschrieben, in horizontaler Richtung, und dann wieder gewogen. Dadurch konnte ich den jeweiligen Verlust des Stabes an Masse feststellen. Diese Fräsarbeit wurde nun so oft wiederholt, wie die Tabellen zeigen. Kleine Schwankungen in den Tabellen beruhen auf der verschiedenen Faserrichtung im Elfenbein, ferner auf Stromschwankungen im Ortsnetz. Es wurden von Zeit zu Zeit Messungen vorgenommen, bei denen festgestellt werden konnte, daß erhebliche Schwankungen, sogar bis 50 Volt, auftraten.

An Bohrern wurden Rosenbohrer und Fissurenbohrer cylindrisch flach, beide Größe 5 verwendet. Die

Rosenbohrer der Firma Hager & Meisinger, Düsseldorf, von Größe 5 haben einen Durchmesser von 1,65 mm, ebenso die Fissurenbohrer. Um einen richtigen Mittelwert zu erhalten, wurden drei verschiedene Bohrer, da nicht alle gleich in der fabrikmäßigen Herstellung ausfallen, benutzt, und dann der Durchschnittswert berechnet. Die Versuche mit den Rosenbohrern haben sehr gute Resultate gezeitigt, woraus erhellt, daß der Bohrer für die Bearbeitung von Zahnsubstanzen hergestellt ist und hier Hervorragendes leistet. Diesen Leistungen kann der Fissurenbohrer allerdings nicht standhalten, liefert aber auch gute Resultate. Die Ergebnisse der Versuche sind aus folgenden Tabellen ersichtlich:

Tabelle I.

Fräsungen mit Rosenbohrer an Elfenbein.

	Gewicht des Elfenbeinstabes.	Abnahme nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	16,6640 g	0,0257 g
2.	16,6383 „	0,0252 „
3.	16,6131 „	0,0232 „
4.	16,5899 „	0,0219 „
5.	16,5680 „	0,0214 „
6.	16,5466 „	0,0217 „
7.	16,5249 „	0,0213 „
8.	16,5036 „	0,0207 „
9.	16,4829 „	0,0203 „
10.	16,4626 „	0,0201 „
11.	16,4425 „	0,0200 „

	Gewicht des Elfenbeinstabes.	Abnahme nach 20 Sek. Fräszeit.
12.	16,4225 „	0,0192 „
13.	16,4033 „	0,0188 „
14.	16,3845 „	0,0190 „
15.	16,3655 „	0,0184 „
16.	16,3471 „	0,0182 „
17.	16,3289 „	0,0179 „
18.	16,3110 „	0,0178 „
19.	16,2932 „	0,0176 „
20.	16,2756 „	0,0170 „
21.	16,2586 „	0,0169 „
22.	16,2417 „	0,0166 „
23.	16,2251 „	0,0167 „
24.	16,2084 „	0,0160 „
25.	16,1924 „	0,0158 „
26.	16,1766 „	0,0157 „
27.	16,1609 „	0,0154 „
28.	16,1455 „	0,0153 „
29.	16,1302 „	0,0151 „
30.	16,1151 „	0,0150 „
31.	16,1001 „	0,0151 „
32.	16,0850 „	0,0149 „
33.	16,0701 „	0,0146 „
34.	16,0555 „	0,0148 „
35.	16,0407 „	0,0147 „
36.	16,0260 „	0,0144 „
37.	16,0116 „	0,0143 „
38.	15,9973 „	0,0142 „
39.	15,9831 „	0,0141 „
40.	15,9690 „	0,0139 „
41.	15,9551 „	0,0136 „

	Gewicht des Elfenbeinstabes.	Abnahme nach 20 Sek. Fräszeit.
42.	15,9415 „	0,0131 „
43.	15,9284 „	0,0129 „
44.	15,9154 „	0,0124 „
45.	15,9030 „	0,0128 „
46.	15,8902 „	0,0123 „
47.	15,8779 „	0,0120 „
48.	15,8659 „	0,0117 „
49.	15,8542 „	0,0112 „
50.	15,8430 „	0,0108 „
51.	15,8322 „	0,0107 „
52.	15,8215 „	0,0104 „
53.	15,8111 „	0,0102 „
54.	15,8009 „	0,0101 „
55.	15,7908 „	0,0099 „
56.	15,7809 „	0,0092 „
57.	15,7717 „	0,0087 „
58.	15,7630 „	0,0081 „
59.	15,7549 „	0,0077 „
60.	15,7472 „	0,0072 „
61.	15,7400 „	0,0069 „
62.	15,7331 „	0,0062 „
63.	15,7269 „	0,0059 „
64.	15,7210 „	0,0053 „
65.	15,7157 „	0,0051 „
66.	15,7106 „	0,0044 „
67.	15,7062 „	0,0036 „
68.	15,7026 „	0,0022 „
69.	15,7004 „	0,0021 „
70.	15,6983 „	0,0021 „

Tabelle II.

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Elfenbein.

	Gewicht des Elfenbeinstabes.	Abnahme nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	16,0773 g	0,0044 g
2.	16,0729 „	0,0039 „
3.	16,0690 „	0,0038 „
4.	16,0652 „	0,0031 „
5.	16,0621 „	0,0029 „
6.	16,0592 „	0,0025 „
7.	16,0567 „	0,0024 „
8.	16,0543 „	0,0024 „
9.	16,0519 „	0,0023 „
10.	16,0496 „	0,0022 „
11.	16,0474 „	0,0022 „
12.	16,0452 „	0,0023 „
13.	16,0429 „	0,0021 „
14.	16,0408 „	0,0019 „
15.	16,0389 „	0,0017 „
16.	16,0372 „	0,0019 „
17.	16,0353 „	0,0018 „
18.	16,0335 „	0,0016 „
19.	16,0319 „	0,0016 „
20.	16,0303 „	0,0014 „
21.	16,0289 „	0,0012 „
22.	16,0277 „	0,0014 „
23.	16,0263 „	0,0013 „
24.	16,0250 „	0,0012 „
25.	16,0238 „	0,0008 „
26.	16,0230 „	0,0007 „
27.	16,0223 „	0,0006 „

	Gewicht des Elfenbeinstabes.	Abnahme nach 20 Sek. Fräszeit.
28.	16,0217 „	0,0005 „
29.	16,0212 „	0,0004 „
30.	16,0208 „	0,0005 „
31.	16,0203 „	0,0003 „
32.	16,0200 „	0,0003 „
33.	16,0197 „	0,0002 „
34.	16,0195 „	0,0002 „
35.	16,0193 „	0,0002 „

Aus diesen Tabellen geht deutlich hervor, daß der Gewichtsverlust bei der letzten Fräsung bedeutend geringer ist als bei der ersten. Um dies noch besser zur Anschauung zu bringen, habe ich die einzelnen Gewichtsverluste graphisch dargestellt. Zur Darstellung eines deutlicheren Resultates wurden die Werte der Leistungen mit 100 bzw. 1000 überhöht. Siehe beigefügte Zeichnungen (Tafel 1 und 2).

Diese Messungen wurden an dem Elfenbeinstab selbst vorgenommen. Die Breite des Cylinders stellt die Zeiteinheit von 20 Sekunden, die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Leistungsfähigkeit eines Bohrers schon nach relativ kurzer Zeit erheblich nachläßt.

Folgende Tabellen zeigen die prozentuale Abnutzung des Bohrers, aus denen ersichtlich ist, daß der Fissurenbohrer sich prozentual schneller abnutzt als der Rosenbohrer. Die Abnutzung tritt besonders kraß hervor bei den ersten Fräsungen, während zum Schluß die Kurve allmählich absinkt. Die erste Abnutzung habe ich gleich 100 % gesetzt, weil der Bohrer hier noch voll-

kommen scharf ist, und habe die folgenden Berechnungen hierauf bezogen. Die sich aus den Leistungsfähigkeitsversuchen ergebende prozentuale Abnutzung geht aus folgenden Tabellen hervor.

Tabelle III.

Prozentuale Abnutzung der Rosenbohrer an Elfenbein.

1.	100 %	25.	61,48 %
2.	98,05 „	26.	61,09 „
3.	90,27 „	27.	59,92 „
4.	85,21 „	28.	59,53 „
5.	83,26 „	29.	58,75 „
6.	84,43 „	30.	58,36 „
7.	82,88 „	31.	58,75 „
8.	80,54 „	32.	57,97 „
9.	78,99 „	33.	56,81 „
10.	78,21 „	34.	57,57 „
11.	77,82 „	35.	57,19 „
12.	74,70 „	36.	56,03 „
13.	73,15 „	37.	55,64 „
14.	73,93 „	38.	55,25 „
15.	71,59 „	39.	54,86 „
16.	70,81 „	40.	54,08 „
17.	69,65 „	41.	52,91 „
18.	69,26 „	42.	50,96 „
19.	68,48 „	43.	50,19 „
20.	66,14 „	44.	48,24 „
21.	65,76 „	45.	49,80 „
22.	64,59 „	46.	47,86 „
23.	64,98 „	47.	46,69 „
24.	62,25 „	48.	45,52 „

49.	43,58 %	60.	28,01 %
50.	42,02 „	61.	26,84 „
51.	41,63 „	62.	24,12 „
52.	40,46 „	63.	22,95 „
53.	39,68 „	64.	20,62 „
54.	39,30 „	65.	19,84 „
55.	38,52 „	66.	17,12 „
56.	35,79 „	67.	14,66 „
57.	33,85 „	68.	8,56 „
58.	31,51 „	69.	8,17 „
59.	29,96 „	70.	8,56 „

Tabelle IV.

Prozentuale Abnutzung der Fissurenbohrer an Elfenbein.

1.	100 %	18.	36,37 %
2.	88,64 „	19.	36,37 „
3.	86,36 „	20.	31,82 „
4.	70,45 „	21.	27,27 „
5.	65,91 „	22.	31,82 „
6.	56,82 „	23.	29,54 „
7.	54,55 „	24.	27,27 „
8.	54,55 „	25.	18,18 „
9.	52,27 „	26.	15,91 „
10.	50,00 „	27.	16,63 „
11.	50,00 „	28.	11,36 „
12.	52,27 „	29.	9,09 „
13.	47,73 „	30.	11,36 „
14.	43,18 „	31.	6,81 „
15.	38,64 „	32.	6,81 „
16.	43,18 „	33.	4,54 „
17.	40,91 „	34.	4,54 „
		35.	4,54 %

Als zweites Versuchsmaterial habe ich Phosphatzement genommen, das ja in der Zahnheilkunde viel Verwendung findet, und man ist häufig gezwungen, an dieses mit dem Bohrer heranzugehen, um Füllungen wieder zu entfernen. Um das Versuchsmaterial in geeigneter Form zu haben, habe ich Phosphatzement auf einer großen Glasplatte in der üblichen Weise angerührt, in ein Glasrohr von 1,4 cm Lichtweite gebracht und mit einem Stempel, der mit Alkohol befeuchtet und somit isoliert wurde, festgestopft. Nachdem das Zement erhärtet war, wurde mit einem Karborundstein die Glaswand an mehreren Stellen durchschnitten und hierdurch ein Zylinder hergestellt.

Es hat sich nun bei den Versuchen gezeigt, daß die zahnärztlichen Bohrer für die Bearbeitung dieses Materials sehr wenig geeignet sind. Obwohl der Bohrer nach jeder Fräsung von Verunreinigungen befreit wurde, verschmierte er doch sofort wieder, so daß sich recht schlechte Resultate ergaben, wie aus folgenden Tabellen hervorgeht.

Tabelle V.

Fräsungen mit Rosenbohrer an Phosphatzement.

	Gewicht des Phosphatzementstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	11,7453 g	0,0162 g
2.	11,7291 „	0,0097 „
3.	11,7194 „	0,0094 „
4.	11,7100 „	0,0056 „
5.	11,7044 „	0,0041 „
6.	11,7003 „	0,0020 „
7.	11,6983 „	0,0016 „

	Gewicht des Phosphatzementstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
8.	11,6967 g	0,0012 g
9.	11,6955 „	0,0011 „
10.	11,6944 „	0,0010 „
11.	11,6934 „	0,0009 „
12.	11,6925 „	0,0008 „
13.	11,6917 „	0,0007 „
14.	11,6910 „	0,0006 „
15.	11,6904 „	0,0007 „
16.	11,6897 „	0,0004 „
17.	11,6893 „	0,0003 „
18.	11,6890 „	0,0003 „
19.	11,6887 „	0,0002 „
20.	11,6885 „	0,0002 „

Tabelle VI.

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Phosphatzement.

	Gewicht des Phosphatzementstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	7,7074 g	0,0038 g
2.	7,7036 „	0,0034 „
3.	7,7002 „	0,0027 „
4.	7,6975 „	0,0023 „
5.	7,6952 „	0,0019 „
6.	7,6933 „	0,0016 „
7.	7,6917 „	0,0014 „
8.	7,6903 „	0,0011 „
9.	7,6892 „	0,0010 „
10.	7,6882 „	0,0011 „
11.	7,6871 „	0,0009 „
12.	7,6862 „	0,0008 „
13.	7,6854 „	0,0008 „

	Gewicht des Phosphatzementstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
14.	7,6846 g	0,0007 g
15.	7,6839 „	0,0007 „
16.	7,6832 „	0,0006 „
17.	7,6826 „	0,0005 „
18.	7,6821 „	0,0006 „
19.	7,6815 „	0,0004 „
20.	7,6811 „	0,0003 „
21.	7,6808 „	0,0004 „
22.	7,6804 „	0,0003 „
23.	7,6801 „	0,0003 „
24.	7,6798 „	0,0002 „
25.	7,6796 „	0,0002 „

Die Tabellen der prozentualen Abnutzung zeigen, daß die Leistungsfähigkeit schon nach wenigen Fräsungen auf 50 % herabfällt, so daß wir zum Schluß eine Verminderung von 5,26 % bzw. 1,23 % haben.

Tabelle VII.

Prozentuale Abnutzung der Rosenbohrer an Phosphatzement.

1.	100 %	11.	5,55 %
2.	59,87 „	12.	4,93 „
3.	58,02 „	13.	4,32 „
4.	34,57 „	14.	3,70 „
5.	25,31 „	15.	4,32 „
6.	12,35 „	16.	2,46 „
7.	9,87 „	17.	1,85 „
8.	7,40 „	18.	1,85 „
9.	6,79 „	19.	1,23 „
10.	6,18 „	20.	1,23 „

Tabelle VIII.

Prozentuale Abnutzung der Fissurenbohrer an Phosphatzement.

1.	100 %	13.	21,05 %
2.	89,47 „	14.	18,42 „
3.	71,05 „	15.	18,42 „
4.	60,53 „	16.	15,79 „
5.	50,00 „	17.	13,16 „
6.	42,11 „	18.	15,79 „
7.	36,38 „	19.	10,53 „
8.	28,95 „	20.	7,89 „
9.	26,32 „	21.	10,53 „
10.	28,95 „	22.	7,89 „
11.	23,67 „	23.	7,89 „
12.	21,05 „	24.	5,26 „

25. 5,26 %

So bestätigen auch die Kurven, daß die Gewichtsverluste in der ersten Zeit rapide kleiner werden. Auch hier habe ich die Zylinder um 1000 überhöht (siehe Tafel 3 und 4).

Als weiteres Versuchsmaterial wurde Kupferamalgam benutzt. In ein Messingrohr von 1,7 cm Lichtweite wurde Kupferamalgam fest gestopft, erhärten lassen und dann das Rohr an mehreren Stellen mit einer Säge aufgeschnitten. Der so erhaltene Zylinder wurde für die Versuche ebenfalls in das auf dem Wagen befindliche Messingrohr eingespannt und dann gefräst.

Der Satz in Hoops Arbeit „die Konstruktion und die Härte eines Zahnbohrers machen dieses Instrument für die Metallbearbeitung ungeeignet", fand in den angestellten Versuchen seine Bestätigung. Vor allem der Fissurenbohrer ist bald am Ende seiner Kraft.

Tabelle IX.

Fräsungen mit Rosenbohrer an Kupferamalgam.

	Gewicht des Kupferamalgamstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	41,6604 g	0,0634 g
2.	41,5970 „	0,0522 „
3.	41,5448 „	0,0499 „
4.	41,4949 „	0,0477 „
5.	41,4472 „	0,0320 „
6.	41,4152 „	0,0221 „
7.	41,3931 „	0,0199 „
8.	41,3732 „	0,0190 „
9.	41,3542 „	0,0188 „
10.	41,3354 „	0,0179 „
11.	41,3175 „	0,0167 „
12.	41,3008 „	0,0158 „
13.	41,2950 „	0,0152 „
14.	41,2798 „	0,0150 „
15.	41,2648 „	0,0144 „
16.	41,2504 „	0,0140 „
17.	41,2364 „	0,0138 „
18.	41,2226 „	0,0141 „
19.	41,2085 „	0,0139 „
20.	41,1946 „	0,0138 „
21.	41,1808 „	0,0134 „
22.	41,1674 „	0,0131 „
23.	41,1543 „	0,0129 „
24.	41,1414 „	0,0127 „
25.	41,1287 „	0,0123 „
26.	41,1164 „	0,0119 „
27.	41,1045 „	0,0114 „
28.	41,0931 „	0,0112 „

	Gewicht des Kupferamalgamstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek Fräszeit.
29.	41,0819 g	0,0108 g
30.	41,0711 „	0,0100 „
31.	41,0611 „	0,0086 „
32.	41,0525 „	0,0073 „
33.	41,0452 „	0,0067 „
34.	41,0385 „	0,0050 „
35.	41,0335 „	0,0036 „
36.	41,0299 „	0,0033 „
37.	41,0266 „	0,0032 „
38.	41,0234 „	0,0032 „
39.	41,0202 „	0,0029 „
40.	41,0173 „	0,0029 „

Tabelle X.

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Kupferamalgam.

	Gewicht des Kupferamalgamstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
1.	39,9258 g	0,0027 g
2.	39,9231 „	0,0021 „
3.	39,9210 „	0,0019 „
4.	39,9191 „	0,0019 „
5.	39,9172 „	0,0016 „
6.	39,9156 „	0,0015 „
7.	39,9141 „	0,0014 „
8.	39,9127 „	0,0014 „
9.	39,9113 „	0,0015 „
10.	39,9098 „	0,0013 „
11.	39,9085 „	0,0013 „
12.	39,9072 „	0,0012 „
13.	39,9060 „	0,0013 „
14.	39,9047 „	0,0012 „

	Gewicht des Kupferamalgamstabes.	Gewichtsverlust nach 20 Sek. Fräszeit.
15.	39,9035 g	0,0010 g
16.	39,9025 „	0,0011 „
17.	39,9014 „	0,0011 „
18.	39,9003 „	0,0010 „
19.	39,8993 „	0,0010 „
20.	39,8983 „	0,0009 „
21.	39,8974 „	0,0008 „
22.	39,8966 „	0,0008 „
23.	39,8958 „	0,0006 „
24.	39,8952 „	0,0005 „
25.	39,8947 „	0,0005 „

Auch hier leistet der Rosenbohrer mehr als der Fissurenbohrer, aber während das Amalgam bei den ersten Fräsungen beachtlich an Gewicht abnimmt, läßt die Leistungsfähigkeit der Bohrer doch fast plötzlich erheblich nach.

Tabelle XI.

Prozentuale Abnutzung der Rosenbohrer an Kupferamalgam.

1.	100 %	11.	26,34 %
2.	82,33 „	12.	24,92 „
3.	78,70 „	13.	23,97 „
4.	75,23 „	14.	23,66 „
5.	50,47 „	15.	22,71 „
6.	34,85 „	16.	22,08 „
7.	31,38 „	17.	21,76 „
8.	29,96 „	18.	22,24 „
9.	29,65 „	19.	21,92 „
10.	28,23 „	20.	21,76 „

21.	21,13 %	31.	13,57 %
22.	20,66 „	32.	11,51 „
23.	20,34 „	33.	10,57 „
24.	20,03 „	34.	7,88 „
25.	19,40 „	35.	5,67 „
26.	18,77 „	36.	5,20 „
27.	17,98 „	37.	5,04 „
28.	17,76 „	38.	5,04 „
29.	17,03 „	39.	4,57 „
30.	15,77 „	40.	4,57 „

Tabelle XII.

Prozentuale Abnutzung der Fissurenbohrer an Kupferamalgam.

1.	100 %	13.	48,15 %
2.	77,78 „	14.	44,44 „
3.	70,37 „	15.	37,04 „
4.	70,37 „	16.	40,74 „
5.	59,26 „	17.	40,74 „
6.	55,56 „	18.	37,04 „
7.	51,85 „	19.	37,04 „
8.	51,85 „	20.	33,33 „
9.	55,56 „	21.	29,63 „
10.	48,15 „	22.	29,63 „
11.	48,15 „	23.	22,22 „
12.	44,44 „	24.	18,52 „
		25.	18,52 %

In der graphischen Darstellung habe ich die Zylinder, die die Abnutzung des Rosenbohrers veranschaulichen, um 100, die des Fissurenbohrers um 1000 überhöht (siehe Tafel 5 und 6).

Aus all diesen Ergebnissen geht hervor, daß die im Handel befindlichen Zahnbohrer in der Bearbeitung von Zahnsubstanzen und ihnen in ihrer Härte nahestehendem Material gute Leistungen zeigen, während sie für die Bearbeitung von Metall, speziell Amalgam, und Zement wenig geeignet sind.

Um für die Bearbeitung von Amalgam und ähnlichen Metallen einen ausreichenden Bohrer zu haben, müßte man diesen eben aus einem härteren Material herstellen, während bei den Bohrern zur Bearbeitung von Zementen und Material ähnlicher Art die einzelnen Schneiden größere Zwischenräume aufweisen müßten, damit die Bohrerschneiden nicht durch sich dazwischensetzende Materialteilchen verschmiert und verunreinigt werden, und dadurch an Leistungsfähigkeit einbüßen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. M o r a l für seine Anregungen und Anleitungen zu dieser Arbeit und für seine freundliche Unterstützung bei der Ausführung meiner Versuche meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

LITERATUR-VERZEICHNIS.

Hoop, Hans: Leistungsfähigkeit und Abnutzung von Zahnbohrern. Dissertation Rostock 1930.

Kampf, Wilhelm: Die Auswertung der kinetischen Energie bei der Konstruktion von Zahnbohrern. Zahnärztl. Rundschau, Jahrg. 1927, Nr. 48, S. 847 bis 848.

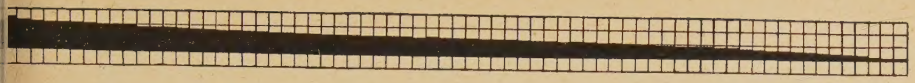
Niens, Alfred: Geschichte der zahnärztlichen Bohrmaschine. Dissertation Frankfurt, 1923.

Dr. Trautvetter: Geschichte des Spiralbohrers. Zeitschr. für Feinmechanik und Präzision. Jahrg. 1926, Nr. 18.

Walkhoff, Otto: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 1922.

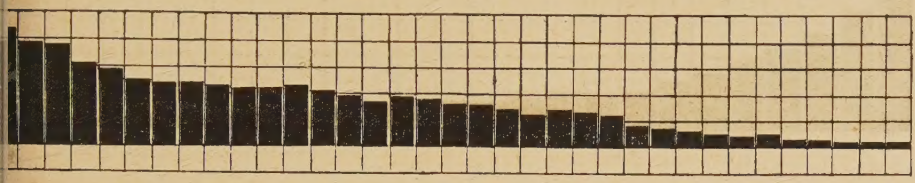
LEBENSLAUF.

Ich, Erich Korff, wurde geboren am 8. Januar 1905 zu Brunow bei Grabow i. Meckl. als Sohn des Lehrers Gustav Korff und seiner Ehefrau Marie, geb. Fretwurst. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule zu Brunow kam ich auf das Gymnasium zu Parchim, trat später auf das Gymnasium zu Waren über, wo ich Ostern 1925 das Reifezeugnis erwarb. Ich wandte mich dann dem Studium der Zahnheilkunde zu, und zwar im Sommersemester 1925 und Wintersemester 1925/26 in München, von Sommersemester 1926 an in Rostock. Hier bestand ich Anfang Wintersemester 1927/28 die zahnärztliche Vorprüfung und erhielt im Dezember 1929 meine Approbation.



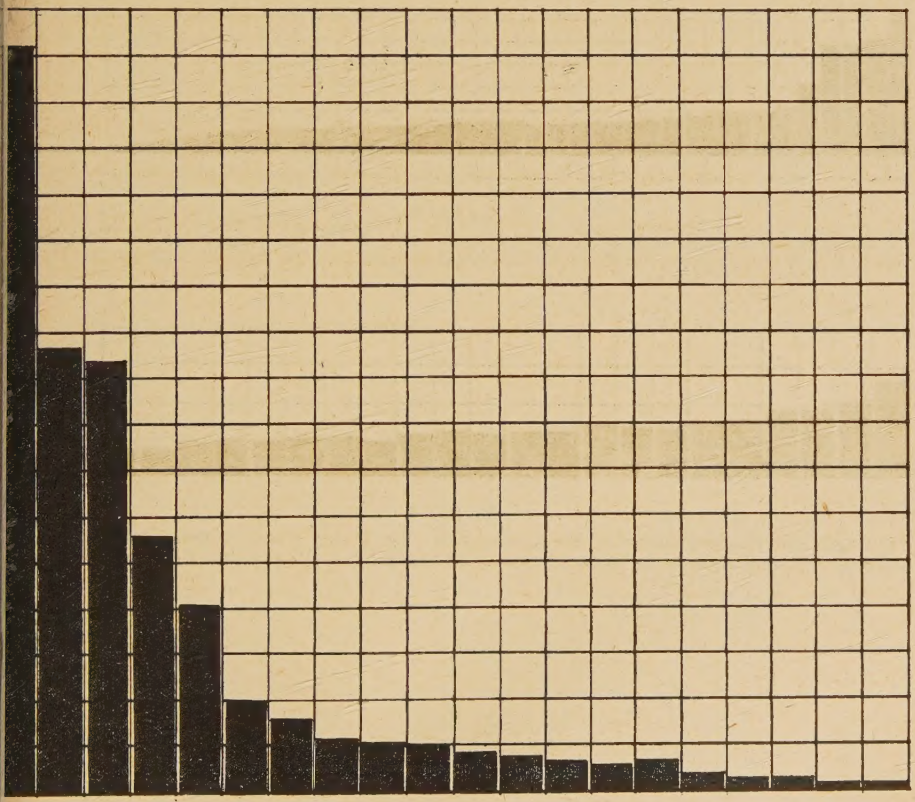
Tafel 1

Fräsungen mit Rosenbohrer an Elfenbein. Die Breite des Zylinders stellt die Fräszeit
on 20 Sek. (1 mm = 2 sec.), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 100 überhöht.



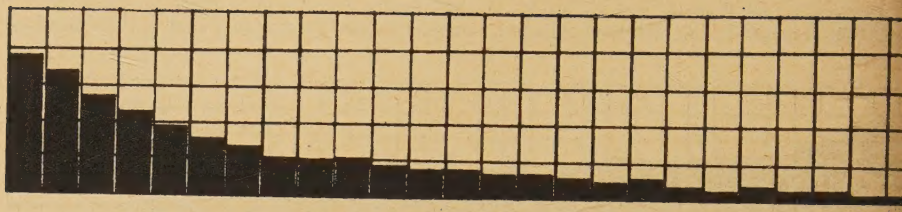
Tafel 2

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Elfenbein. Die Breite des Zylinders stellt die Fräszeit
on 20 Sek. (1 mm = 2 sec.), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 1000 überhöht.



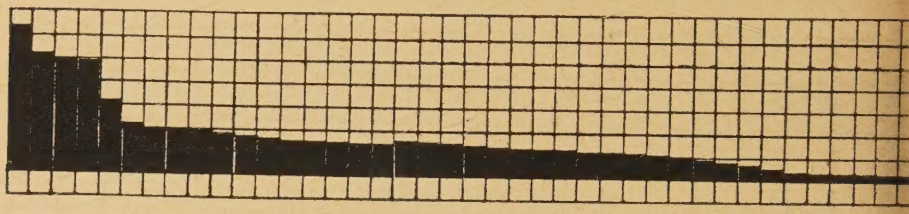
Tafel 3

Fräsungen mit Rosenbohrer an Phosphatzement. Die Breite stellt die Fräszeit
20 Sek. (1 mm = 2 sec.), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 1000 überhöht



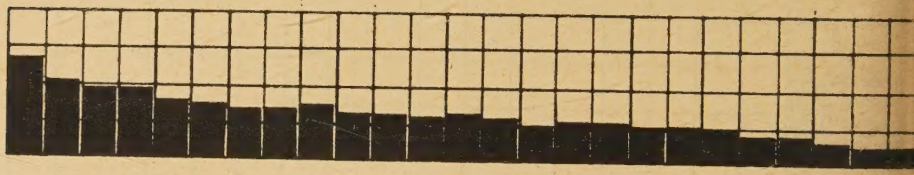
Tafel 4

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Phosphatzement. Die Breite des Zylinders stellt die Fräsz
von 20 Sek. (1 mm = 2 sec), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 1000 überhö



Tafel 5

Fräsungen mit Rosenbohrer an Kupferamalgam. Die Breite des Zylinders stellt die Fräszeit
von 20 Sek. (1 mm = 2 sec), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 100 überhö



Tafel 6

Fräsungen mit Fissurenbohrer an Kupferamalgam. Die Breite des Zylinders stellt die Fräsze
von 20 Sek. (1 mm = 2 sec), die Höhe die Gewichtsabnahme dar. Die Zylinder sind um 1000 überhö